

UJI KUALITAS MINYAK GORENG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN METODE POLARISASI ALAMI DENGAN VARIASI LINTASAN OPTIS

Tommy Andri Palembang dan K. Sofjan Firdausi

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

Email: tommy.palembangan@gmail.com

ABSTRACT

According to Indonesian National Standards, the parameter of quality test of cooking oil consists of many aspects, accompanied by its various methods. Both the parameter and methods can't be done simultaneously. It takes a long time and quite expensive costs. Through this paper, proposed that the active optic parameter is an alternative parameter of cooking oil which experiencing some treatments.

The tested sample is the palm oil, and its active optic character being measured by the change of polarization angle. The source of light which used in this experiment is a 100 watt fluorescent lamp. The sample condition divides by some parts, they are the new ones, old ones, after-used ones, and the expired ones. A place to put the sample called cuvette with the various optical track, started from 1 to 5 cm.

The result of the experiment showed that the active optical properties changes linearly, depends on the length of optical path, however it's not linear with the concentration of oil. The parameter of the active optical properties is sufficient enough to show the quality of palm oil. Good quality of oil indicated by the swivel angle of the form is smaller than the oil with bad quality. This is in accordance with the validation result of Free Fatty Acid (FFA) test. In the future, this method can give accurate information and complete the parameter of quality standards which used nowadays, furthermore it's possible to applied to another form of oil.

Keywords: *Optical properties, the quality of palm oil, natural polarization.*

ABSTRAK

Telah dilakukan uji kualitas minyak goreng kelapa sawit menggunakan metode polarisasi alami dengan variasi lintasan optis. Persentase kebutuhan minyak kelapa sawit menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Apabila menggunakan metode uji kualitas yang dilakukan oleh Badan Standarisasi Nasional menghabiskan biaya yang mahal dan waktu yang relatif lama. Oleh karena itu diperlukan metode yang cukup ringkas dan memiliki nilai validasi yang tinggi untuk dapat menguji kualitas minyak kelapa sawit.

Dalam penelitian ini digunakan satu merek minyak goreng kelapa sawit dengan enam macam perlakuan yaitu minyak baru, sekali penggorengan, dua kali penggorengan, tiga kali penggorengan, minyak lama, dan minyak kadaluarsa. Setelah itu masing-masing perlakuan sampel diukur sudut polarisasi dalam panjang lintasan optis yang bervariasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar panjang lintasan optis yang digunakan maka perubahan sudut polarisasinya akan semakin besar. Minyak baru memiliki sudut polarisasi yang paling kecil dibandingkan dengan minyak goreng dengan perlakuan yang lain. Hasil Validasi Asam Lemak Bebas dari laboratorium menunjukkan kesesuaian dengan perubahan sudut polarisasi terhadap panjang lintasan optis.

Kata Kunci: *Minyak goreng kelapa sawit, polarisasi alami, panjang lintasan optis, asam lemak bebas, perubahan sudut polarisasi.*

PENDAHULUAN

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu minyak nabati yang dikonsumsi oleh masyarakat dunia selain daripada minyak

nabati yang lain. Berdasarkan kegunaannya, minyak kelapa sawit digunakan sebagai bahan utama untuk produk-produk kebutuhan pokok masyarakat. Persentase kebutuhan minyak kelapa sawit menunjukkan peningkatan dari

tahun ke tahun dibandingkan dengan minyak nabati jenis lain.

Badan Standar Nasional Indonesia (SNI) telah menetapkan berbagai parameter dan metode sebagai instrumen standar untuk menguji dan menunjukkan tingkatan kualitas minyak goreng. Beberapa parameter seperti batas kadar asam lemak bebas (ALB) dan bilangan peroksida (PV), sekarang dapat diukur dengan menggunakan metode FTIR. Sedangkan metode yang menggunakan sifat elektrooptis dan sifat optis alami, belum digunakan SNI sebagai indikator untuk mengevaluasi kualitas minyak (SNI-3741, 2013 ; SNI-7709, 2012 ; Baeten, dkk, 2010).

Akan tetapi apabila menggunakan metode seperti yang telah digunakan oleh badan SNI, akan memakan waktu yang lama dan biaya yang relatif lebih mahal karena adanya banyak variasi metode untuk uji mutu standar yang telah ditentukan. Oleh maka itu diperlukan adanya metode yang cukup ringkas dan memiliki nilai validasi yang tinggi, untuk dapat menguji kualitas minyak kelapa sawit (Firdausi, dkk, 2012).

Berdasarkan eksperimen uji yang dilakukan oleh Susan (2010), Firdausi, dkk (2013), sifat elektrooptis sangatlah handal dan dapat digunakan untuk menentukan kualitas minyak goreng, dengan degradasi kualitas ditunjukkan oleh kenaikan perubahan sudut polarisasi cahaya, dapat diambil kesimpulan perubahan sudut polarisasi terbesar mengindikasikan kualitas minyak yang relatif paling rendah. Akan tetapi, metode pada eksperimen tersebut, menggunakan sifat elektrooptis yang dikenai medan listrik, yang memerlukan tegangan tinggi. Sedangkan pada metode polarisasi alami, tidak memerlukan tegangan tinggi untuk menghasilkan medan menghasilkan medan listrik yang akan dikenai pada sampel (Susan, 2010 ; Firdausi, dkk, 2013).

Seperti yang telah diketahui sebelumnya, salah satu ciri yang bisa diamati untuk menganalisa kualitas minyak goreng adalah strukturnya. Minyak goreng memiliki

molekul trigliserida yang asimetri, sehingga memungkinkan untuk terjadi proses polarisasi alami (sifat optis aktif alami). Pada beberapa eksperimen yang telah dilakukan oleh Syifa, dkk (2013) dan Firdausi (2013), dkk Polarisasi alami juga dapat digunakan untuk membedakan minyak yang masih baru dan minyak yang sudah kadaluarsa dari segi kualitas (Moris, 1965 ; Syifa, dkk, 2013 ; Firdausi, dkk, 2013).

Dalam eksperimen kali ini, akan digunakan optimasi bagaimana pengaruh variasi lintasan optis. Sesuai dengan persamaan perubahan sudut polarisasi yang sama dengan hasil kali antara sudut putar jenis suatu zat optis aktif dan panjang lintasan optis dan konsentrasi suatu zat optis aktif. Pada satu sampel minyak goreng kelapa sawit, hanya dapat divariasi panjang lintasan optis, karena minyak goreng kelapa sawit pada satu sampel memiliki konsentrasi yang tetap.

DASAR TEORI

2.1 Minyak Goreng

Minyak goreng adalah perwujudan dari lemak yang telah dimurnikan, berasal dari tumbuh-tumbuhan atau hewan yang memiliki wujud cair pada suhu ruang (27°C). Sebagian besar lemak atau lipida adalah trigliserida (ester gliserol dan asam lemak) dan dijumpai sebagai badan-badan minyak (*oil bodies*) dalam biji dan buah (Lehninger, 1993).

2.2 Lemak

Yang dimaksud dengan lemak disini adalah suatu ester asam lemak dengan gliserol. Gliserol ialah suatu trihidoksi alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Jadi setiap atom karbon mempunyai tiga gugus $-\text{OH}$. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua, atau tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida, atau trigliserida. Pada lemak, satu molekul gliserol mengikat tiga molekul asam lemak, oleh karena itu lemak adalah suatu trigliserida. $\text{R}_1 - \text{COOH}$, $\text{R}_2 - \text{COOH}$, dan $\text{R}_3 - \text{COOH}$ ialah molekul asam lemak yang terikat pada gliserol

(eter tersusun atas alkil dan aldehyd, alkil yang bermuatan positif sedangkan aldehyd bermuatan negatif, R_1 , R_2 , dan R_3 adalah alkil). Ketiga molekul asam lemak itu boleh sama, boleh berbeda. Asam lemak yang terdapat dalam alam ialah asam palmitat, oleat, dan linoleat (Poediadji, 1994).

Lemak hewan pada umumnya berupa zat padat pada suhu ruangan, sedangkan lemak yang berasal dari tumbuhan berupa zat cair. Lemak yang mempunyai titik lebur tinggi mengandung asam lemak jenuh, sedangkan lemak cair atau yang biasa disebut dengan minyak mengandung asam lemak tidak jenuh. Sebagai contoh tristearin, yaitu ester gliserol dengan tiga molekul asam stearat, mempunyai titik lebur 71°C , sedangkan triolein, yaitu ester gliserol dengan tiga molekul asam oleat, mempunyai titik lebur -17°C . Lemak hewan dan tumbuhan mempunyai susunan asam lemak yang berbeda-beda. Untuk menentukan derajat ketidakjenuhan asam lemak yang terkandung di dalamnya diukur dengan menggunakan bilangan iodium. Iodium dapat bereaksi dengan ikatan rangkap dalam asam lemak. Tiap molekul iodium mengadakan reaksi adisi pada suatu ikatan rangkap. Oleh karenanya makin banyak ikatan rangkap, makin banyak pula iodium yang dapat bereaksi (Poediadji, 1994).

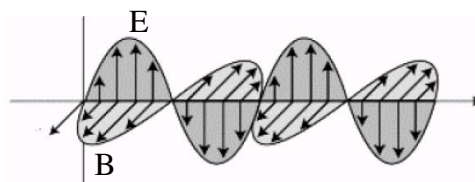
Seperti halnya lipid pada umumnya, lemak atau gliserida asam lemak pendek dapat larut dalam air, sedangkan gliserida asam lemak panjang tidak dapat larut. Semua gliserida larut dalam ester, klorofom atau benzene. Alkohol panas adalah pelarut lemak yang baik (Poediadji, 1994).

Dengan proses hidrolisis lemak akan terurai menjadi asam lemak dan gliserol. Proses ini dapat berjalan dengan menggunakan asam, basa, atau dengan menggunakan enzim tertentu. Proses hidrolisis yang menggunakan basa menghasilkan gliserol dan garam asam lemak atau sabun. Oleh karena itu proses hidrolisis yang menggunakan basa disebut proses penyabunan. Jumlah mol basa yang digunakan dalam proses penyabunan ini

tergantung pada jumlah mol asam lemak. Untuk lemak dengan berat tertentu, jumlah mol asam lemak tergantung dari panjang rantai karbon pada asam lemak tersebut. Apabila rantai karbon itu pendek, maka jumlah mol asam lemak besar, sebaliknya apabila rantai karbon itu panjang, jumlah mol asam lemak kecil. Jumlah milligram KOH yang diperlukan untuk menyabunkan 1 gram lemak disebut bilangan penyabunan. Jadi besar atau kecilnya bilangan penyabunan ini tergantung pada panjang atau pendeknya rantai karbon asam lemak atau dapat dikatakan juga bahwa besarnya bilangan penyabunan tergantung pada berat molekul asam lemak tersebut. Makin kecil berat molekul lemak, makin besar bilangan penyabunannya. Di samping oleh asam atau basa, lemak juga dapat terhidrolisis oleh enzim. Lemak yang biasa dimakan akan terhidrolisis oleh enzim lipase yang terdapat dalam cairan pankreas dan proses hidrolisis ini terjadi di usus halus (Poediadji, 1994).

2.3 Polarisasi Cahaya

Satu properti cahaya yang penting dan berguna ialah kenyataan bahwa cahaya tersebut dapat dipolarisasi. Polarisasi hanya dapat terjadi untuk gelombang transversal, dan tidak untuk gelombang longitudinal seperti bunyi. Teori Maxwell mengenai cahaya sebagai gelombang elektromagnetik (EM) meramalkan bahwa cahaya dapat terpolarisasi karena gelombang EM merupakan gelombang transversal. Arah polarisasi pada gelombang EM yang terpolarisasi bidang diambil sebagai arah vektor bidang listrik.



Gambar 2.1 Gelombang terpolarisasi bidang yang memperlihatkan vektor E dan vektor B sepanjang sebuah sinar khas. Gelombang tersebut bergerak ke kanan dengan laju v . Bidang yang mengandung

vektor \mathbf{E} yang bergetar dan arah penjalaran adalah sebuah bidang getar (Halliday, 1984).

Cahaya yang terpolarisasi bidang bisa didapat dari cahaya yang tidak terpolarisasi dengan menggunakan kristal-kristal tertentu seperti turmalin (bahan-bahan listrik yang digunakan sebagai perhiasan). Atau lebih umum saat ini dapat menggunakan lembar Polaroid. Lembar Polaroid sendiri terdiri dari molekul panjang yang rumit yang tersusun parallel satu sama lain. Polaroid seperti ini berfungsi seperti serangkaian celah parallel untuk memungkinkan satu orientasi polarisasi untuk lewat hamper tanpa berkurang (arah ini disebut sumbu Polaroid), sementara polarisasi tegak lurus hamper diserap sempurna. Jika satu berkas cahaya terpolarisasi bidang jatuh pada Polaroid yang sumbunya membentuk sudut θ terhadap arah polarisasi datang, berkas akan terpolarisasi bidang yang parallel dengan sumbu Polaroid dan amplitudonya akan diperkecil sebesar $\cos \theta$. Dengan demikian, Polaroid hanya melewatkan komponen polarisasi (vektor medan listrik \mathbf{E}) yang parallel dengan sumbunya. Karena intensitas berkas cahaya sebanding dengan kuadrat amplitudo, maka intensitas berkas terpolarisasi bidang yang ditransmisikan oleh alat polarisasi adalah

$$I = I_0 \cos^2 \theta \quad (2.1)$$

dimana θ adalah sudut antara sumbu alat polarisasi dan bidang polarisasi gelombang datang, dan I_0 adalah intensitas datang (Giancoli, 2001).

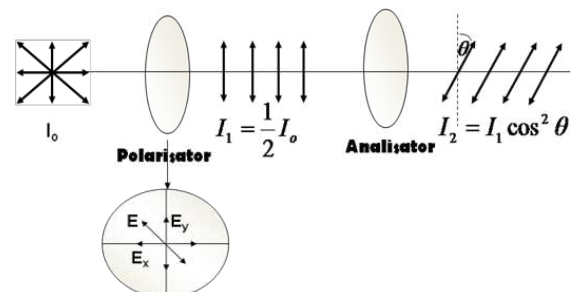
Polaroid dapat digunakan sebagai alat polarisasi untuk menghasilkan cahaya terpolarisasi bidang dari cahaya yang tidak terpolarisasi, karena hanya komponen cahaya yang parallel dengan sumbu yang ditransmisikan. Polaroid juga dapat digunakan sebagai penganalisis untuk menentukan apakah cahaya telah terpolarisasi. Polaroid yang berfungsi sebagai penganalisis akan melewatkan sejumlah cahaya yang sama dengan tidak bergantung pada orientasi

sumbunya jika cahaya tidak terpolarisasi (Giancoli, 2001).

Cahaya yang tidak terpolarisasi terdiri dari cahaya dengan arah polarisasi (vector medan listrik) yang acak. Masing-masing arah polarisasi ini dapat diuraikan menjadi komponen sepanjang dua arah yang saling tegak lurus. Dengan demikian, berkas yang tidak terpolarisasi dapat dianggap sebagai dua berkas terpolarisasi bidang dengan besar yang sama dan tegak lurus satu sama lain. Ketika cahaya yang tidak terpolarisasi melewati alat polarisasi dari komponen-komponennya dihilangkan. Jadi intensitas cahaya yang lewat akan diperkecil setengahnya karena setengah dari cahaya tersebut dihilangkan,

$$I = \frac{1}{2} I_0 \quad (2.2)$$

Ketika dua Polaroid disilangkan, artinya sumbu-sumbu tegak lurus satu sama lain, cahaya yang tidak terpolarisasi dapat diberhentikan sama sekali. Cahaya yang tidak terpolarisasi dibuat terpolarisasi bidang oleh Polaroid (alat polarisasi). Pada Polaroid yang berfungsi sebagai penganalisa, kemudian menghilangkan komponen dari yang pertama karena sumbunya tegak lurus terhadap yang pertama (Giancoli, 2001).



Gambar 2.2 Vektor medan \mathbf{E} membentuk sudut θ dengan sumbu transisi sehingga \mathbf{E} terdiri dari komponen E_x dan E_y . Komponen E_x diserap oleh polaroid dan E_y diteruskan (Tipler, 2001)

2.4 Zat Optis Aktif

Jika sebuah gelombang elektromagnetik terpolarisasi melewati bahan tertentu, maka bidang polarisasinya terputar dan peristiwa ini disebut aktivitas optik. Jika seberkas cahaya terpolarisasi linier melalui suatu bahan optis aktif maka gelombang yang ditransmisikan juga terpolarisasi linier tetapi pada bidang lain yang membentuk sudut β dengan bidang datang (Alonso dan Finn, 1992).

Aktivitas optik adalah suatu hasil pilihan orbit elektron tertentu dalam molekul atau kristal di bawah pengaruh medan listrik luar yang berosilasi. Pada pembahasan polarisasi bahan, dianggap bahwa elektron-elektron berosilasi dalam sebuah garis lurus, sejajar dengan medan listrik dalam bahan. Dalam molekul-molekul tertentu gerak elektron adalah sepanjang suatu lintasan terpilin (heliks) (Alonso dan Finn, 1992).

Seberkas cahaya terpolarisasi linier yang diteruskan melalui jenis kristal atau cairan tertentu akan mengalami perubahan arah getar. Fenomena ini dinamakan pemutaran bidang polarisasi, dan zat yang memperlihatkan efek ini disebut bersifat optis aktif. Cahaya yang ditransmisikan merupakan cahaya terpolarisasi linier tetapi terletak pada bidang lain yang membentuk sudut tertentu terhadap sudut datang (Sears, 1994).

Penjelasan fisis untuk aktivitas optik dapat dilihat pada gambar 2.3. Polarisasi linier dapat diasumsikan terdiri dari polarisasi melingkar yang berarah ke kanan dan ke kiri dengan besar tertentu. Asumsi kedua bahwa komponen polarisasi melingkar ke kanan dan ke kiri bergerak melewati bahan optis aktif dengan kecepatan yang berbeda v_l (ke kiri) dan v_r (ke kanan). Vektor penjumlahan \mathbf{E} menghasilkan osilasi sepanjang sumbu x sebagai E_l dan E_r , vektor yang berlawanan dengan arah perputaran jarum jam dan searah dengan perputaran jarum jam (Pedrotti dan Pedrotti, 1993).

Jika molekul zat tidak simetri, molekul-molekul tersebut dapat mempunyai

dua bentuk struktur yang berbeda, masing-masing merupakan pencerminan yang lainnya. Bentuk tersebut terdiri dari satu sisi kanan dan satu sisi kiri yang memiliki hubungan seperti sebuah obyek dan bayangan cerminnya dan dapat merotasi bidang polarisasi dengan jumlah yang sama tetapi dalam arah yang berlawanan (Tilley, 2000).

Berbagai molekul pada dua bentuk terkait bayangan cermin adalah optis aktif dan disebut molekul *chiral* yang dapat dilihat pada gambar 2.4. Pasangan molekul bayangan cermin disebut *enantiomer* atau isomer optik. Dalam senyawa organik, isomer terjadi dalam empat kelompok berbeda yang dilekatkan pada atom karbon sentral yang disusun secara tetrahedral, yang membuatnya menjadi atom karbon *chiral* atau pusat *chiral*.

Suatu bentuk molekul *chiral* akan memutar bidang cahaya yang dipolarisasi dalam satu arah dan *enantiomernya* akan memutarnya dalam arah yang berlawanan. Campuran *enantiomer* dalam perbandingan sama tidak akan memutar bidang cahaya karena masing-masing *enantiomer* akan saling menghambat sehingga perputaran bidang polarisasi nettoanya 0, campuran ini yang disebut sebagai *racemic*, seperti pada gambar 2.3 (Srinivasarao, 1999). Sudut putar jenis (α) didefinisikan (Kolthoff, 1958) sebagai:

$$\alpha = \theta / (l * C) \quad (2.3)$$

dengan α adalah sudut putar jenis suatu bahan ($^{\circ}/\text{dm}(\text{g/mL})$), C adalah konsentrasi larutan

yang digunakan (g/mL), l adalah panjang lintasan yang digunakan (dm), dan θ adalah sudut polarisasi ($^{\circ}$).

Sudut putar jenis merupakan rotasi yang dihasilkan 1 gram senyawa dalam 1 mL larutan sepanjang 1 dm pada suhu & panjang gelombang yang ditentukan yaitu 589,3 nm menggunakan sumber cahaya lampu natrium pada suhu 20°C. Sudut putar jenis gula yang dilarutkan ke dalam air adalah sebesar 52,7 $^{\circ}/\text{dm}(\text{g/mL})$ (Khopkar, 1990). Nilai ini

digunakan sebagai sudut putar jenis untuk referensi.

METODE PENELITIAN

Tahap persiapan ini, kegiatan yang dilakukan adalah preparasi sampel yang diperlukan dalam penelitian. Pada persiapan alat ini juga dilakukan pemilihan sudut polarisasi yang optimal dengan memposisikan lampu pijar, polarisator, wadah sampel dan analisator sehingga cahaya dari lampu pijar yang melewati semua peralatan terletak pada posisi segaris. Lalu disiapkan pula kuvet dengan variasi panjang lintasan dari 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, dan 5cm. Preparasi minyak baru (Mb), minyak sekali penggorengan (M1x), minyak dua kali penggorengan (M2x), minyak tiga kali penggorengan (M3x), minyak lama (Ml), dan minyak kadaluarsa (Mk).

Proses koreksi dan cek alat ini dilakukan untuk menentukan koreksi sudut putar polarisasi β oleh wadah (kuvet tanpa sampel) untuk mengetahui hasil pengukuran β yang akurat. Kedua, untuk mengetahui kelayakan polarisator dan analisator. Pertama-tama dilakukan pengujian Hukum Malus dengan cara melewatkan cahaya dari lampu pijar ke polarisator dan analisator, kemudian intensitas cahaya yang telah dilewatkan diukur dengan menggunakan Lux-meter, sehingga diperoleh grafik yang linier. Setelah pengujian Hukum Malus, dilakukan pengujian dengan menggunakan sampel larutan gula untuk menentukan sudut putar jenis larutan gula yang bervariasi untuk tiap-tiap kuvet.

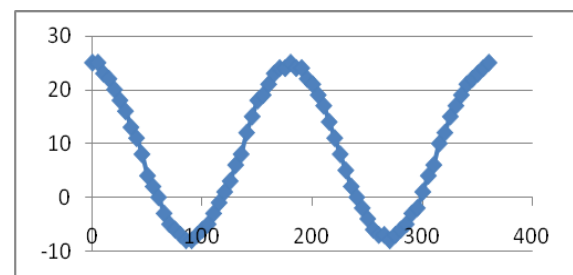
Pada tahap ini, dilakukan pengamatan dan pengukuran perubahan arah polarisasi cahaya untuk setiap sampel minyak yang menggunakan variasi lintasan optis. Pada penelitian ini digunakan minyak kelapa sawit. Variabel bebas pada tahapan ini adalah panjang lintasan optis dan konsentrasi sedangkan variabel terikatnya adalah perubahan sudut polarisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cek Hukum Malus

Berdasarkan Hukum Malus, jika suatu cahaya terpolarisasi linier dan tegak lurus pada Polaroid, sedang arah polarisasi membuat sudut θ dengan sumbu polaroid. Sehingga amplitudo yang diteruskan adalah sebesar proyeksi pada medan listrik sumbu polaroid, akibatnya intensitas cahaya yang diteruskan menjadi $I = I_0 \cos^2 \theta$.

Pada untuk kalibrasi pertama ini, digunakan luxmeter untuk mengukur besarnya intensitas yang dilewatkan pada analisator dengan sudut yang telah ditentukan. Sudut awal yang ditentukan adalah pada sudut 0° , sehingga intensitas maksimal dicapai pada sudut 0° .



Gambar 4.1 Grafik Hukum Malus, sudut vs intensitas. Sudut dimulai dari 0° dengan intensitas maksimu, hingga sudut 360° .

Dari grafik yang diperoleh dari data yang diambil, diperoleh intensitas minimum yang negatif. Hal tersebut dikarenakan oleh pengambilan data di ruang gelap sehingga intensitas terendah dapat terukur dan setting alat pada luxmeter menunjukkan nilai minimum berada pada -9.

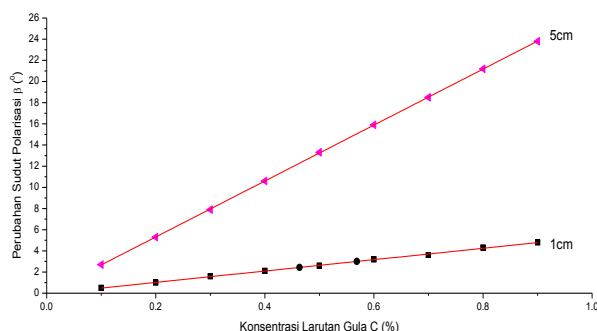
4.2. Uji Linearitas Larutan Gula

Setelah cek alat menggunakan Hukum Malus berjalan sesuai dengan referensi yang telah ditentukan, cek alat yang berikutnya adalah pengujian sudut putar jenis menggunakan larutan gula. Pada dasarnya,

metode cek alat ini menggunakan sifat linearitas dari sudut putar jenis gula. Sehingga ketika diukur perubahan sudut polarisasi pada konsentrasi yang berbeda, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan sudut putar jenis, hasilnya akan relatif sama.

Pada tahapan ini, digunakan variasi lintasan optis 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, dan 5cm. Sesuai dengan formula yang digunakan untuk melakukan perhitungan sudut putar jenis, nilai dari sudut putar jenis ditentukan dari perubahan sudut polarisasi, konsentrasi larutan, dan panjang lintasan optis. Semakin panjang lintasan optis yang dilewati oleh cahaya terpolarisasi bidang, maka perubahan sudut polarisasi semakin besar, sehingga nilai sudut putar jenis juga semakin besar (berbanding lurus).

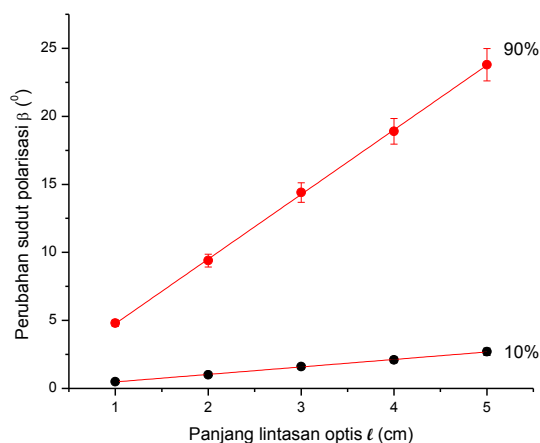
Dapat diketahui, bahwa perubahan lintasan optis sangat berpengaruh terhadap perubahan sudut polarisasi, dari gambar grafik 4.2, menunjukkan bahwa perubahan linearnya semakin besar. Semakin panjang lintasan optisnya, perubahan sudut polarisasi akan semakin besar.



Gambar 4.2 Grafik perubahan sudut polarisasi terhadap konsentrasi larutan gula untuk masing-masing lintasan optis dengan persamaan $\theta = kC + \theta_0$

Dapat diketahui, bahwa perubahan lintasan optis sangat berpengaruh terhadap perubahan sudut polarisasi, dari gambar grafik 4.2, menunjukkan bahwa perubahan linearnya semakin besar. Semakin panjang lintasan

optisnya, perubahan sudut polarisasi akan semakin besar.



Gambar 4.3 Grafik perubahan sudut polarisasi terhadap panjang lintasan optis untuk masing-masing konsentrasi larutan gula dengan persamaan $\theta = (\alpha C)\ell + \theta_0$

Data yang disajikan dalam Gambar 4.3 merepresentasikan perubahan sudut polarisasi alami larutan gula terhadap panjang lintasan optis pada dua sampel yang konsentrasi tertinggi 100% dan konsentrasi terendah 10%.

Molekul gula memiliki atom *Chiral* yang dapat memutar bidang polarisasi tanpa adanya medan listrik. Selain itu, bentuk molekul gula adalah berbentuk spiral (heliks) dengan arah putar tertentu. Hal ini menyebabkan kedua komponen mempunyai kecepatan jalar yang berbeda. Akibatnya setelah menempuh jarak tertentu di dalam larutan gula, komponen polarisasi lingkaran ini akan mempunyai fasa yang berbeda, sehingga polarisasi linier yang merupakan superposisi kedua komponen polarisasi lingkaran ini arah getarannya akan berubah. Dalam hal ini, larutan gula menyebabkan perubahan bidang polarisasi ke kanan (arah (+)) atau searah dengan perputaran jarum jam (*dextrorotatory*). Pada proses ini, dilakukan perhitungan terhadap data-data yang telah diambil, variabelnya adalah konsentrasi larutan gula, panjang lintasan optis, dan perubahan sudut

polarisasi. Variabel k pada persamaan ini adalah sudut putar jenis larutan gula, m adalah gradient dari grafik linear Gambar 4.2, dan ℓ adalah panjang lintasan optis.

Nilai k dari perhitungan data yang didapat adalah :

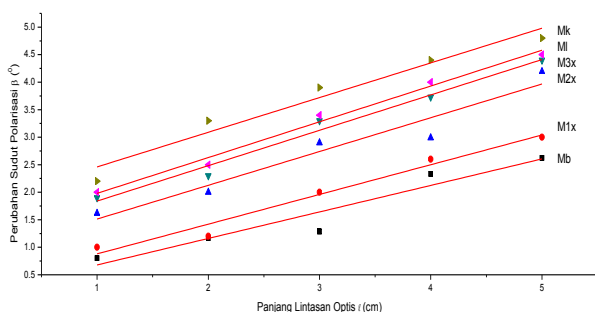
Tabel 4.1 Nilai sudut putar jenis untuk larutan gula dengan variasi lintasan optis

Panjang lintasan optis ℓ (cm)	Sudut putar jenis larutan gula k ($^{\circ}/\text{dm}(\text{g/mL})$)
1	$53,67 \pm 0,07$
2	$52,75 \pm 0,07$
3	$53,00 \pm 0,13$
4	$52,33 \pm 0,09$
5	$52,87 \pm 0,05$

Rata-rata nilai k untuk semua ℓ adalah $52,92 \pm 0,08$ $^{\circ}/\text{dm}(\text{g/mL})$, sedangkan dari referensi yang didapat, nilai k adalah $52,70^{\circ}/\text{dm}(\text{g/mL})$. Kemudian hasil perhitungan sudut putar jenis pada Gambar 4.3 adalah $k = 51,25 \pm 0,02$ $^{\circ}/\text{dm}(\text{g/mL})$.

4.3. Perubahan Sudut Polarisasi Terhadap Panjang Lintasan Optis

Setelah dilakukan cek alat menggunakan metode Hukum Maullus dan sudut putar larutan gula, telah diketahui bahwa rangkaian alat yang digunakan sesuai dengan standar yang ditentukan. Maka pengambilan data dapat dilanjutkan menggunakan sampel minyak goreng kelapa sawit dengan berbagai macam perlakuan. Dari data yang telah diambil dapat dibuat grafik analisa seperti Gambar 4.3 di bawah ini.



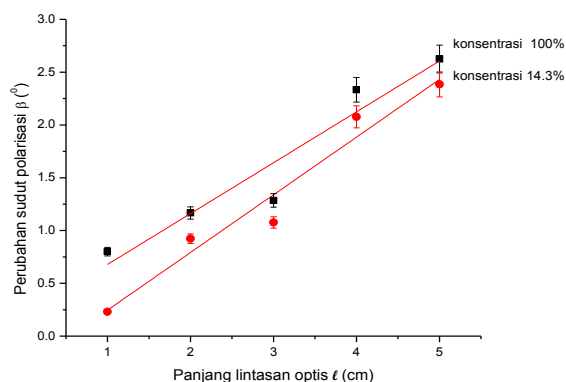
Gambar 4.3 Grafik perubahan sudut polarisasi terhadap konsentrasi larutan gula untuk masing-masing lintasan optis

Dari Gambar 4.3, pada sampel minyak goreng baru (Mb), sampel minyak sekali penggorengan (M1x), dua kali penggorengan (M2x), tiga kali penggorengan (M3x), minyak lama (Ml), dan minyak kadaluarsa (Mk) menunjukkan bahwa makin panjang lintasan optis yang dipakai maka sudut putarnya akan semakin besar. Didapatkan perubahan sudut polarisasi paling kecil berada di Mb sedangkan paling besar berada di Mk, perubahan sudut polarisasi ini dipengaruhi oleh ikatan molekul sampel.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan perubahan sudut polarisasi terhadap minyak goreng untuk masing-masing lintasan optis

Minyak goreng	Nilai Regresi	Gradien	Sudut putar jenis α ($^{\circ}/\text{dm}(\text{g/mL})$)
Mb	0,95	$0,41 \pm 0,08$	$0,41 \pm 0,08$
M1x	0,86	$0,51 \pm 0,07$	$0,51 \pm 0,07$
M2x	0,92	$0,57 \pm 0,08$	$0,57 \pm 0,08$
M3x	0,93	$0,64 \pm 0,06$	$0,64 \pm 0,06$
MI	0,97	$0,65 \pm 0,04$	$0,65 \pm 0,04$
Mk	0,98	$0,69 \pm 0,08$	$0,69 \pm 0,08$

Dengan melakukan pendekatan yang sama dalam linearitas larutan gula, maka dapat diambil nilai perubahan sudut putar jenis untuk minyak goreng kemasan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu perubahan sudut polarisasi terhadap panjang lintasan optis dan perubahan sudut polarisasi alami terhadap konsentrasi minyak goreng kelapa sawit kemasan dengan pelarut eter.



Gambar 4.5 Grafik perubahan sudut polarisasi terhadap konsentrasi minyak goreng kelapa sawit kemasan dengan pelarut eter untuk masing-masing lintasan optis dengan persamaan gradient $y = a + bx$

Selain menggunakan variasi lintasan optis, pengambilan data untuk sampel minyak juga dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi. Konsentrasi yang ditampilkan dalam grafik mewakili minyak goreng dengan konsentrasi tertinggi 100% dan terendah 14.3%. Nilai α yang telah didapat untuk variasi panjang lintasan optis adalah

$$\alpha \text{ untuk } C \text{ 100\%} = 4,82 \pm 0,08^\circ/\text{dm}(\text{g/mL})$$

$$\alpha \text{ untuk } C \text{ 14.3\%} = 38,2 \pm 0,06^\circ/\text{dm}(\text{g/mL})$$

Dari nilai α yang telah disajikan dapat dilihat bahwa perubahan sudut putar jenis semakin besar untuk tiap lintasan optis. Dan terbukti bahwa pendekatan linearitas dari larutan gula dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan analisa dengan linearitas pada minyak goreng kelapa sawit kemasan dengan variasi lintasan optis.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada minyak goreng kelapa sawit kemasan, sudut polarisasi cenderung linear terhadap kenaikan lintasan optis, minyak baru memiliki sudut polarisasi yang paling kecil dibandingkan dengan minyak goreng dengan perlakuan yang lain, dengan acuan sudut putar jenis linearitas minyak yang baik diindikasikan dengan sudut putar jenis yang semakin kecil, hasil Validasi Asam Lemak Bebas dari laboratorium menunjukkan kesesuaian dengan perubahan sudut polarisasi terhadap panjang lintasan optis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alonso, M. dan Finn, 1992, "Dasar-Dasar Fisika Universitas", Jakarta, Erlangga.
- [2] Baeten, V. dan Aparicio, R., 2000, "Edible Oils and Fats Authentication By Fourier Transform Raman

Spectrometri", Biotechnol. Agron. Soc. Environ, **4**(4), pp 196-203.

- [3] Firdausi, K.S., Sugito, H., Amitasari, R., Murni, S., dan Bawono, A., 2013, "Electrooptics Effect as a New Proposed Method for Determination of Vegetable Oil Quality and a Study of Most Responsible Physical Processes", The 3rd International Seminar on New Paradigm And Inovation on Natural Science And Its Application (ISNPINSA-3), 2 September, Diponegoro University, Semarang.
- [4] Firdausi, K.S., Suryono, Priyono, Amitasari R., dan Murni S., 2013, "The Study of Frying Oil Quality Degradation Based on Light Polarization With Sample Temperature Variation (Evaluasi Degradasi Mutu Minyak Goreng Kemasan Berdasarkan Polarisasi Cahaya dengan Variasi Suhu Sampel)", Prosiding Semninar Nasiaonal Fisika, ISBN: 978-979-028-528-6, UNESA Surabaya, Hal. 56-59, 26 Januari.
- [5] Firdausi, K.S., Susan, A.I., dan Triana, K., 2012, "An Improvement of New Test Method for Determination of Frying Oil Quality Based on Electrooptics Parameter", Berkala Fisika ISSN:1410-9662, Juli, Vol. 15, No. 3, hal 77-86.
- [6] Giancolli, Douglas., 2001, "Fisika Jilid 1", Jakarta, Erlangga.
- [7] Halliday, D dan Resnick, R., 1984, "Fisika Edisi pertama (Terjemahan)", Jakarta, Erlangga.
- [8] Ketaren, 1986, "Pengantar Minyak dan Lemak Pangan", Jakarta, UI Press.
- [9] Lehninger, A.L., 1993, "Dasar-Dasar Biokimia Jilid 2" diterjemahkan oleh Thenawijaya M., Jakarta, Erlangga.
- [10] Moris, L.J., 1965, "The Detection of Optical Activity in Natural Assymertric Triglycerides", Biochemical and Reasearch

- Communiacation, Vol. 20, no. 3, hal. 340-345.
- [11] Murni S., 2011, "*Evaluasi Kualitas Beberapa Minyak Goreng serta Degradasi Kualitas sebelum dan setelah Dipanaskan menggunakan Sifat Elektrooptis*", Skripsi Jurusan Fisika UNDIP, Semarang.
- [12] Pedrotti, F. L. dan Pedrotti, L. S., 1993, "*Introduction to Optics Second Edition*", New Jersey, Prentice-Hall. Inc.
- [13] Poediadji, A., 1994, "*Dasar-Dasar Biokimia*", Jakarta, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- [14] SNI-7709, 2012, "*Minyak Goreng Sawit*", Badan Standardisasi Nasional.
- [15] SNI-3741, 2013, "*Minyak Goreng*", Badan Standardisasi Nasional.
- [16] Sears, F.W. dan Zemansky M.W., 1994. "*Fisika untuk Universitas 2 Listrik Magnet (terjemahan)*", Bandung, Bina Cipta.
- [17] Srinivasarao, M., 1999, "*Chirality and Polymers*", *Current Opinion in Colloid and Interface Science* (Vol. 4(5)), pp. 369-376.
- [18] Susan, A.I., 2009. "*Alternatif Uji Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Perubahan Sudut Polarisasi Cahaya*", Skripsi Jurusan Fisika FMIPA UNDIP, Semarang.
- [19] Syifa, A.Y.A., Nisa, F., Prasanti, I.D., Murni, S., dan Firdausi, K.S., 2013, "*The Utilization of Natural Optical Activity for Preliminary Quality Control of Vegetable Oils (Pemanfaatan Sifat Optis Aktif Alami Untuk Kendali Awal Mutu Minyak Goreng Nabati)*", *Berkala Fisika*, ISSN: 1410-9662, vol. 16, no. 2, pp. 33-40, 2013.
- [20] Tipler, P.A., 2001, "*Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2*", diterjemahkan oleh Dr. Bambang Soegijono, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- [21] Tilley, R, 2000, "*Colour and Optical Properties of Materials*", England, John Willey & Sons ltd.
- [22] Yulianti, E., Indriyani, Y., Husna, A., Putri, N.K., Murni, S., Amatasari, R., Putranto, A.B., Sugito, H., dan Firdausi, K.S., 2013, "*Deteksi Dini Kualitas Dan Tingkat Kehalalan Minyak Goreng Menggunakan Polarisasi Alami*", *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, ISBN: 1410-9662, UNDIP Semarang, 9 November.